

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. ⁶
H01L 41/02

(11) 공개번호 특2001-
(43) 공개일자 0036173
2001년05월07일

(21) 출원번호 10-1999-0043075
(22) 출원일자 1999년10월06일

(71) 출원인 전자부품연구원 김춘호
경기도 평택시 진위면 마산리 455-6번지
(72) 발명자 조진우
경기도성남시분당구야탑동330번지동부아파트119동304호
홍성제
경기도과천시중앙동주공아파트1116동303호
박준식
경기도군포시산본동1119-4호동성아파트952동903호
박순섭
경기도평택시송탄지역독곡동475동부아파트101동1002호
신상모
경기도용인시수지읍풍덕천리한국아파트403동601호
(74) 대리인 송만호
오원석

심사청구: 있음

(54) 초음파 트랜스듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법

요약

본 발명의 초음파 트랜스듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법은 초음파 트랜스듀서 어레이 패턴이 현상된 PMMA판을 이용하여 금속 금형을 만든다. 그런 후에, 사출 방식을 이용하여 플라스틱 금형을 대량으로 제조하여 초음파 트랜스듀서 어레이 형상 구조물을 만들거나 이 금속 금형을 PZT 판에 그대로 찍어 이 PZT 판을 소결함으로써 초음파 트랜스듀서 어레이 형상 구조물을 만든다. 이렇게 하여 플라스틱 금형을 대량으로 제조할 수 있을 뿐만 아니라 금속 금형을 그대로 PZT 판에 압착시킴으로써 제작 공정을 줄일 수 있다.

대표도

도2d

색인어

LIGA, 초음파 트랜스듀서, PZT, PMMA

명세서

도면의 간단한 설명

도1a에서 도1d는 종래 방법에 따른 초음파 트랜스듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법을 도시한 것이다.

도2a에서 도2e는 본 발명의 제1 실시예에 따른 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법을 순차적으로 도시한 도면이다.

도3a에서 도3f는 본 발명의 제2 실시예에 따른 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법을 순차적으로 도시한 도면이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야 종래기술

본 발명은 초음파 트랜듀서(transducer) 어레이(array)에 관한 것으로, 특히 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법에 관한 것이다.

PZT($\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$)세라믹스의 압전특성이 발견된 이래 이 전기적 특성을 이용하기 위한 실용화 연구가 꾸준히 진행되어 있으며, 현재 발전자의 주파수를 조절하는 공진자, 주파수 변조를 담당하는 세라믹 필터, 초음파를 발생하는 초음파 발생 장치등 다양한 용도로 이용 또는 연구되고 있다. 그 중에서 초음파 트랜듀서는 비파괴 검사, 의료진단, 수중 음향 탐지 등의 용도로 다양하게 사용되고 있다.

초음파 트랜듀서는 전기 에너지를 음향 에너지로 변환시키고, 역으로 음향 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 것으로, 시스템으로부터 가해진 전기 신호를 초음파 신호로 변환하고, 생체에 전달되어 흡수 또는 반사된 초음파 신호를 수신하여 전기신호로 변환시킨다.

최근 들어 초음파 트랜듀서 형상 구조물 제작 방법 측면에서도 해상도를 개선하기 위한 연구가 활발히 진행중이다. 그 중 한 방법이 고종횡비를 갖는 미세한 PZT 기둥을 만드는 것인데, 보고에 의하면 압전 세라믹의 체적분율이 감소할수록, PZT 기둥이 고 종횡비를 유지할수록 해상도가 향상된다고 알려져 있다.

이러한 PZT 기둥을 형성하기 위하여 최근에 초정밀 가공 기술인 LIGA 기술(Lithographie, Galvanoformung, Abformung)을 이용하여 초음파 트랜듀서를 제작하는 방법이 제안되었다.

LIGA 공정(Lithographie, Galvanoformung, Abformung)이란 X선을 이용한 식각 공정, 전기도금 및 플라스틱 몰딩(plastic molding)의 세가지 단계를 포함하는 미세가공기술을 의미하는 것이다.

X선을 이용한 식각 공정은 X선 마스크를 사용하여 감광층에 선택적으로 X선을 조사, 현상하여 감광층에 미세 구조물을 제작하는 공정이다.

전기 도금은 위의 미세 구조물중 감광층이 제거된 부분을 전기 도금법에 의해 금속을 성장시켜 채우고, 그후 감광층을 제거하여 미세 금속 구조물을 제작하는 공정이다.

그리고, 플라스틱 몰딩은 위의 미세 금속 구조물을 금형으로 사용하여 플라스틱 사출을 수행하는 공정이다.

도1a에서 도1d는 종래의 LIGA 공정에 따른 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법을 도시한 것이다.

도1a는 LIGA 공정 중 그 첫 번째 단계를 도시한 것으로 먼저 PMMA(polymethyl metacrylate)(120) 위에 마스크(110)를 대고 X선을 PMMA(120) 위에 조사하고, 노광된 부분을 제거하여 도1b에 도시한 바와 같은 플라스틱 금형(plastic mold)(130)을 형성한다. 이 때, PMMA는 감광성을 지닌 플라스틱의 일종이다.

그 후 도1c에 도시된 바와 같이 준비된 PZT 슬러리(140)를 플라스틱 금형(130)에 완전히 채운 다음 PZT 슬러리(140)를 소결시키면, 소결 과정에서 열에 의하여 플라스틱 금형(130)은 없어지고 PZT 슬러리(140)는 소결되어 도1d와 같은 모양의 PZT로 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물(150)을 얻을 수 있다.

그러나 종래의 LIGA 기술을 이용한 초음파 트랜듀서 어레이 제작 방법에서는 플라스틱 금형이 복잡한 X선 사진 식각 공정을 통해 제작되며, 이러한 플라스틱 금형은 PZT 슬러리 소결 시마다 일회용으로 소모되는 문제점이 있다. 또한,

PZT 슬러리의 소결 공정이 매우 복잡하며 작업시간이 길다는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

본 발명은 이와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로 LIGA 기술을 이용하여 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물을 빠르고 간편하게 만들 수 있는 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법을 제공하기 위한 것이다.

발명의 구성 및 작용

이와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명은 현상된 PMMA판 이용하여 금속 금형을 만들고, 이 금속 금형을 이용하여 사출 방식으로 플라스틱 금형을 대량으로 제조하여 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물을 만들거나, 이 금속 금형을 PZT 판에 그대로 찍어 이 PZT 판을 소결함으로써 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물을 만들 수 있는 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법이다.

이와 같은 본 발명의 특징에 따른 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법은 감광층을 노광시키는 단계, 감광층 구조물을 형성하는 단계, 금속 금형을 형성하는 단계, 금속 금형을 압착하는 단계 및 PZT판 소결 단계를 포함한다.

감광층을 노광시키는 단계에서 도전성 기판 위에 감광층을 형성하고, 마스크를 통하여 상기 감광층 위에 광원을 조사하여 상기 감광층을 노광시킨다.

감광층 구조물을 형성하는 단계에서 노광된 감광층을 도전성 기판의 상면이 드러날 때까지 현상하여 감광층 구조물을 형성한다.

금속 금형을 형성하는 단계에서 감광층 구조물에 금속을 도금시켜 금속 금형을 형성한다.

금속 금형을 압착하는 단계에서 PZT판 위에 금속 금형을 압착하여 초음파 트랜듀서 어레이 패턴을 상기 PZT판 상에 형성한다.

PZT판 소결 단계에서 초음파 트랜듀서 어레이 패턴이 형성된 PZT판을 일정 온도에서 소결한다.

이 때, 감광층을 노광시키는 단계에서 사용하는 광원은 X선 또는 자외선을 사용하는 것을 특징으로 한다. 또한, 감광층으로 PMMA판을 이용하는 것을 특징으로 한다.

그리고, 현상된 부분에 감광층 찌꺼기를 O₂ 플라즈마를 이용하여 제거하는 전처리 단계를 더 포함할 수도 있다.

다음으로, 본 발명의 다른 특징에 따른 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법은 감광층을 노광시키는 단계, 감광층 구조물을 형성하는 단계, 금속 금형을 형성하는 단계, 플라스틱 금형을 사출하는 단계, PZT판 압착 단계 및 PZT판 소결 단계를 포함한다.

감광층을 노광시키는 단계에서 도전성 기판 위에 감광층을 형성한 후, 마스크를 통하여 상기 감광층에 광원을 조사하여 감광층을 노광시킨다.

감광층 구조물을 형성하는 단계에서 노광된 감광층을 도전성 기판의 상면이 드러나게 상기 감광층을 현상하여 감광층 구조물을 형성한다.

금속 금형을 형성하는 단계에서 감광층 구조물에 금속을 도금시켜 금속 금형을 형성한다.

플라스틱 금형을 사출하는 단계에서 금속 금형을 이용하여 플라스틱 금형을 사출한다.

PZT판 압착 단계에서 플라스틱 금형을 PZT 판에 압착하여 초음파 트랜듀서 어레이 패턴을 형성한다.

PZT판 소결 단계에서 플라스틱 금형이 압착되어 트랜듀서 어레이 패턴이 형성된 PZT판을 일정 온도에서 소결한다.

이 때, PZT판 압착 단계에서 압착 방법은 PZT 판을 일정 온도로 가열하여 압착하는 라미네이터법이나 수압을 이용한

여 압착하는 CIP법을 사용하는 것을 특징으로 한다.

이하, 본 발명의 제1 실시예를 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

도2a 내지 도2e는 본 발명의 제1 실시예에 따른 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법을 순차적으로 도시한 도면이다.

도2a에서 도2e에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법은 X선 노광 단계, 감광층 현상단계, 금속 금형 형성 단계, PZT판 압착 단계 및 PZT 소결 단계를 포함하는 것으로 금속 금형을 이용하여 초음파 트랜듀서 어레이 형상을 제작한다.

도2a에 도시한 바와 같이, X선 노광 단계에서는 도전성 기판(210) 위에 도전성 기판과의 밀착력 향상을 위하여 버퍼층(buffer layer)(220)을 형성하고, 그 버퍼층(220)위에 X선에 반응하는 감광층인 PMMA판(230)을 500 ~ 1000 μm 두께로 접합한다. 이 때, PMMA판(230)은 감광성이 있는 아크릴판의 일종이다. 그런 후에, 마스크(240)를 통하여 X선 에너지가 약 4kJ/ cm^2 정도로 PMMA판(230) 바닥에 충분히 축적되도록 X선을 노광한다. 이 때, X선 대신 자외선을 사용할 수도 있다.

다음에 도2b에 도시한 바와 같이, 감광층 현상 단계에서는 감광층인 노광된 PMMA판(230)을 현상액에 침지하여 현상함으로써 감광층 구조물을 형성한다. 이 때, 현상액은 일정 비율의 2-에탄올(2-ethanol), 몰포라인(molpholine), 2-아미노 에탄올(2-aminoethanol) 및 증류수를 포함한다. 현상이 완료되면 노광된 부분은 현상액에 의하여 도전성 기판(210)의 상면이 드러날 정도로 식각되어 감광층 구조물이 형성된다.

금속 금형 형성 단계에서는 이전 단계에서 식각된 부분에 남아 있는 PMMA 찌꺼기를 O_2 플라즈마를 이용하여 제거하고, 10%의 황산 용액에 1분 정도 담궜다가 이를 꺼내어 건조한 후에, 감광층 구조물에 전기 도금으로 금속을 도금시키고 이 도금된 금속을 떼어내면 도2c에 도시한 바와 같은 금속 금형(240)이 형성된다. 이 때, 사용되는 금속은 니켈 혹은 니켈과 구리의 합금이다.

다음으로 도2d에 도시한 바와 같이, PZT 판 압착 단계에서는 PZT 판(250) 위에 금속 금형(240)을 압착하여 금속 금형(240)과 반대의 패턴을 PZT 판(250) 상에 형성한다. 이런 과정을 거침으로써 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물을 제작하기 위한 공정을 줄일 수 있다.

도2e에 도시한 바와 같이, PZT 소결 단계에서는 금속 금형(240)과 반대의 형상이 형성된 PZT 판(250)을 일정 온도에서 소결함으로써 PZT 판(250)의 강도를 높인다. 이 때, 소결은 1100°C에서 1200°C 사이에서 진행된다. 이런 과정을 거쳐 소결된 PZT판(250)이 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물이 된다.

다음으로 본 발명에 따른 제2 실시예를 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

도3a에서 도3f에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법은 X선 노광 단계, 감광층 구조물을 형성하는 단계, 금속 금형 형성 단계, 플라스틱 금형 형성 단계, PZT판 압착 단계 및 PZT 소결 단계를 포함하는 것으로 금속 금형으로 플라스틱 금형을 만들고, 이 플라스틱 금형을 이용하여 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물을 제작한다.

도3a에 도시한 바와 같이, X선 노광 단계에서 도전성 기판(210) 위에 이 도전성 기판(210)과의 밀착력을 높이기 위한 버퍼층(220)을 형성한 후, X선에 반응하는 감광층인 PMMA판(230)을 500 ~ 1000 μm 두께로 접합한다. 그런 후에, 마스크(240)를 통하여 X선 에너지가 약 4kJ/ cm^2 정도로 PMMA판(230) 바닥에 충분히 축적되도록 X선을 노광한다. 이 때, X선 대신에 자외선을 쓸 수도 있다.

다음으로 도3b에 도시한 바와 같이, 감광층 구조물을 형성하는 단계에서는 감광층인 노광된 PMMA판(220)을 현상액에 침지하여 노광된 부분을 제거함으로써 감광층 구조물을 형성한다. 이 때, 현상액은 일정 비율의 2-에탄올(2-ethanol), 몰포라인(molpholine), 2-아미노 에탄올(2-aminoethanol) 및 증류수를 포함한다. 현상이 완료되면 노광된 부분은 현상액에 의하여 금속 기판(210)의 상면이 드러날 정도로 식각하여 감광층 구조물을 형성한다.

금속 금형 형성 단계에서는 이전 단계에서 식각된 부분에 남아 있는 PMMA 찌꺼기를 O_2 플라즈마를 이용하여 제거하고, 10%의 황산 용액에 1분 정도 담궜다가 이를 꺼내어 건조한 후에, 감광층 구조물에 전기 도금으로 금속을 도금시키고 이 도금된 금속을 떼어내면 도3c에 도시한 바와 같은 금속 금형(240)이 형성된다. 이 때, 금속은 니켈 혹은 니켈과 구리의 합금을 이용한다.

도3d에 도시한 바와 같이, 플라스틱 금형 형성 단계에서는 이전 단계에서 형성된 금속 금형(240)을 이용하여 금속 금형(240)과 반대 모양의 플라스틱 금형(310)을 사출한다. 이렇게 함으로써 초음파 트랜듀서 어레이 형상을 제작하기 위한 플라스틱 금형(310)을 금속 금형(240)을 이용하여 대량으로 생산할 수 있다.

도3e에 도시한 바와 같이, PZT판 압착 단계에서는 플라스틱 금형(310)을 아직 완전하게 굳어지지 않은 PZT 판(250)에 압착하여 플라스틱 금형(310)과 반대 모양의 초음파 트랜듀서 어레이 패턴을 제작한다. 이 때의 압착 방법은 PZT 판(250)을 60°C에서 70°C사이에서 가열하여 압착하는 라미네이터법(laminator)이나 수압을 이용하여 압착하는 CIP법(cold isostatic press)을 사용한다.

도3f에 도시한 바와 같이, PZT 소결 단계에서는 압착된 PZT판(250) 및 플라스틱 사출물(310)을 분리하지 않고 동시에 소정 온도에서 소결한다. 소결 과정에서 플라스틱 사출물(310)은 소멸되며 초음파 트랜듀서 어레이 패턴을 갖는 PZT 소결체만 남고, 이 PZT 소결체가 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물이 된다. 이 때, 소결은 1100°C에서 1200°C 사이에서 진행된다.

이상에서 설명한 본 발명의 실시에는 하나의 실시예일뿐 본 발명이 상기한 예에 한정되는 것은 아니며, 또한 상기 실시예 외에 많은 변형이나 변형이 가능한 것은 물론이다.

예를 들어, 금속 금형의 표면 강화를 위해 표면 처리 공정을 더 포함할 수 있다. 즉, Ni-P, Ni-B, W등의 도금이나 W, TiN등의 재료를 CVD를 통해 코우팅할 수 있다.

또한, 현상 단계에서 현상액에 음파를 인가함으로써 현상을 보다 완벽하게 할 있다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법은 금속 금형을 이용하여 플라스틱 금형을 대량으로 제조할 수 있을 뿐만 아니라 PZT 슬러리가 아닌 금속 금형을 그대로 PZT 판에 압착시킴으로써 PZT 슬러리 건조에 필요한 시간과 공정의 복잡함을 해소할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항1

도전성 기판 위에 감광층을 형성하고, 마스크를 통하여 상기 감광층 위에 광원을 조사하여 상기 감광층을 노광시키는 단계;상기 노광된 감광층을 상기 도전성 기판의 상면이 드러날 때까지 현상하여 감광층 구조물을 형성하는 단계;상기 감광층 구조물에 금속을 도금시켜 금속 금형을 형성하는 단계;PZT판 위에 상기 금속 금형을 압착하여 초음파 트랜듀서 어레이 패턴을 상기 PZT판 상에 형성하는 금속 금형 압착 단계; 및상기 초음파 트랜듀서 어레이 패턴이 형성된 상기 PZT판을 일정 온도에서 소결하는 PZT판 소결 단계를 포함하는 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법.

청구항2

제1항에 있어서,상기 감광층을 노광시키는 단계에서 사용하는 광원은 X선 또는 자외선을 사용하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법.

청구항3

제1항에 있어서,상기 감광층으로 PMMA판을 이용하는 것을 특징으로 하는 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법.

청구항4

제1항에 있어서, 상기 현상된 부분에 감광층 찌꺼기를 O₂ 플라즈마를 이용하여 제거하는 전처리 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법.

청구항5

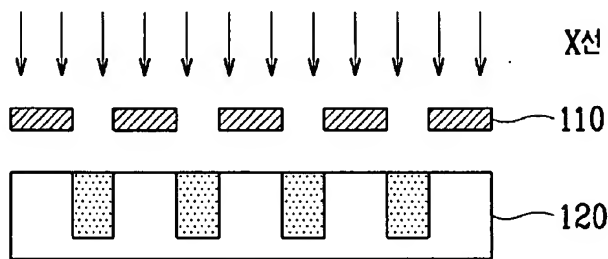
도전성 기판 위에 감광층을 형성한 후, 마스크를 통하여 상기 감광층에 광원을 조사하여 감광층을 노광시키는 단계; 상기 노광된 감광층을 상기 도전성 기판의 상면이 드러나게 상기 감광층을 현상하여 감광층 구조물을 형성하는 단계; 상기 감광층 구조물에 금속을 도금시켜 금속 금형을 형성하는 단계; 상기 금속 금형을 이용하여 플라스틱 금형을 사출하는 단계; 상기 플라스틱 금형을 PZT 판에 압착하여 초음파 트랜듀서 어레이 패턴을 형성하는 PZT판 압착 단계; 및 상기 플라스틱 금형이 압착되어 트랜듀서 어레이 패턴이 형성된 PZT판을 일정 온도에서 소결하는 단계를 포함하는 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법.

청구항6

제5항에 있어서, 상기 PZT판 압착 단계에서 압착 방법은 상기 PZT 판을 일정 온도로 가열하여 압착하는 라미네이터법이나 수압을 이용하여 압착하는 CIP법을 사용하는 것을 특징으로 하는 초음파 트랜듀서 어레이 형상 구조물 제작 방법.

도면

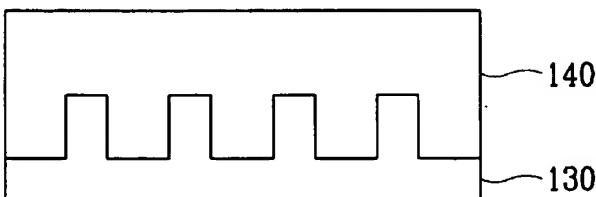
도면1a



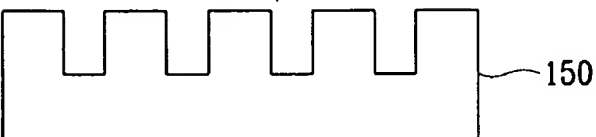
도면1b



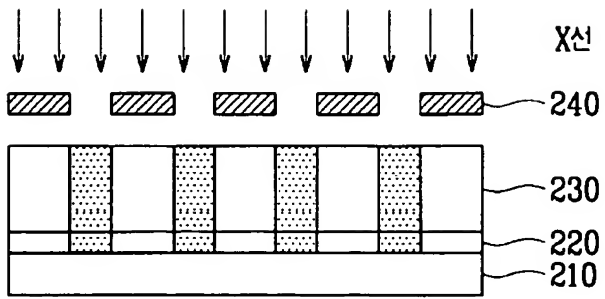
도면1c



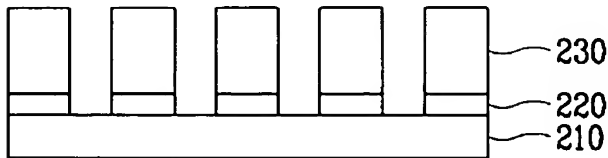
도면1d



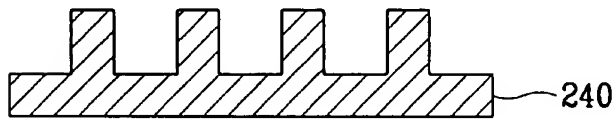
도면2a



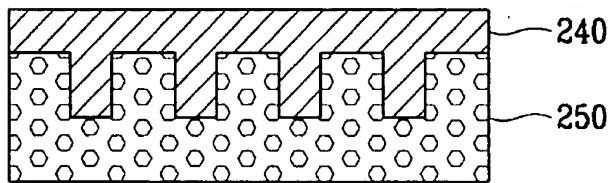
도면2b



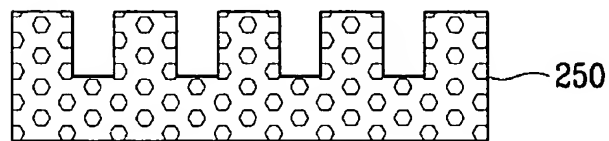
도면2c



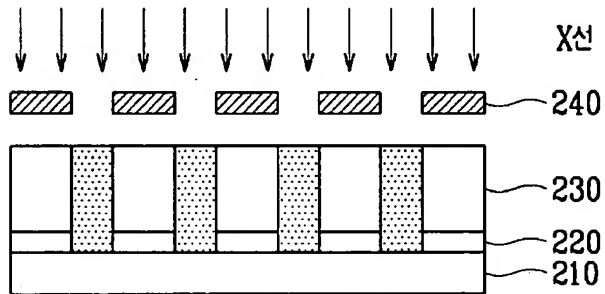
도면2d



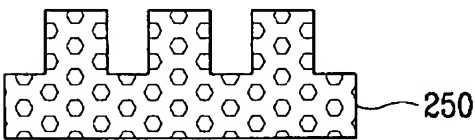
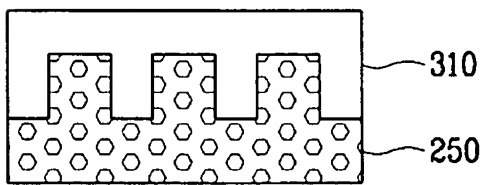
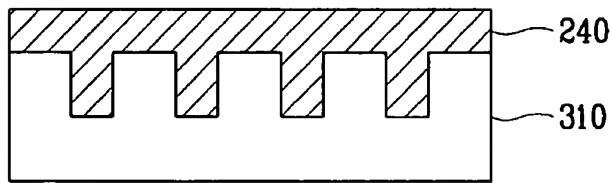
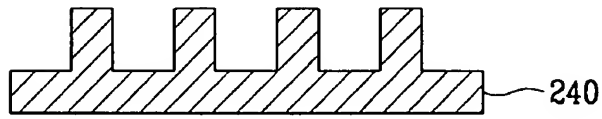
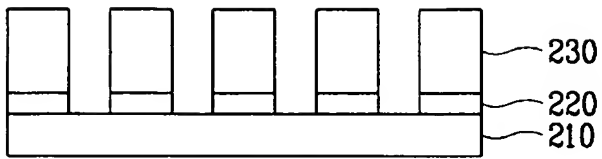
도면2e



도면3a



도면3b



PTO 05-[3581]

Korean Patent

2001-0036173

MEHTOD FOR MANUFACTURING ULTRASONIC TRANDUCER ARRAY SHAPE

STRUCTURE

[Chounpa Traensuduseo Orei Hyungsang Kuzobul Jaejak Bangbeop]

Jin-Woo Cho, Sung-Jae Hong, Jun-Shik Park, Soon-Seop Park, and

Sang-Mo Shin

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Washington, D.C.

May 2005

Translated by: Schreiber Translations, Inc.

Country : Korea

Document No. : 2000-0036173

Document Type : Laid-Open

Language : Korean

Inventor : Jin-Woo Cho, Sung-Jae Hong, Jun-Shik Park, Soon-Seop Park, and Sang-Mo Shin

Applicant : Electronic Component Research Institute

IPC : H 01 L 41/02

Application Date : October 6, 1999

Publication Date : May 7, 2001

Foreign Language Title : Chounpa Traensuduseo Orei
Hyungsang Kuzobul Jaejak Bangbeop

English Title : MEHTOD FOR MANUFACTURING
ULTRASONIC TRANDUCER ARRAY SHAPE
STRUCTURE

Specification

1. Title of the invention

Method for Manufacturing Ultrasonic Transducer Array Shape
Structure

2. Brief description of the figures

Figures 1a-1d show a method for manufacturing an ultrasonic transducer array shape structure of a conventional method.

Figures 2a-2e sequentially show a method for /2
manufacturing the ultrasonic transducer array shape structure of
a first application example of the present invention.

Figures 3a-3f sequentially show a method for manufacturing
the ultrasonic transducer array shape structure of a second
application example of the present invention.

3. Detailed explanation of the invention

(Purpose of the invention)

(Technical field of the invention and prior art)

¹ Numbers in the margin indicate pagination in the foreign text.

The present invention pertains to an ultrasonic transducer array. In particular, the present invention pertains to an ultrasonic transducer.

Since the discovery of the piezoelectric characteristics of a PZT ($\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$) ceramic, the research for a practical use of these electric properties is constantly advanced, and various usages such as resonator for adjusting the frequency of an oscillator, ceramic filter for a frequency modulation, and ultrasonic generator for generating ultrasonic rays are currently utilized and researched. In particular, the ultrasonic transducer is variously used in nondestructive examination, medical diagnosis, underwater acoustic detection, etc.

The ultrasonic transducer converts an electric energy into an acoustic energy and converts an acoustic energy into an electric energy. It converts an electric signal given from a system into an ultrasonic signal, receives the ultrasonic signal absorbed or reflected from the living body, and converts it into an electric signal.

Recently, researches for improving the resolution have been actively advanced in the method for manufacturing the ultrasonic transducer shape structure. One of these methods is the manufacture of a fine PZT column with a high aspect ratio. It

is reported that the resolution is improved as the volume fraction of a piezoelectric ceramic can be reduced and the PZT column can maintain a high aspect ratio.

In order to form such a PZT column, a method for manufacturing an ultrasonic transducer using a LIGA technique (Lithographie, Galvanoformung, Abformung) as a super precision working technique has recently been proposed.

The LIGA process (Lithographie, Galvanoformung, Abformung) means a fine working technique including three steps of etching process, electroplating, and plastic molding.

The etching process using X-rays is a process that manufactures a fine structure on a photosensitive layer by selectively irradiating and developing X-rays to the photosensitive layer via an X-ray mask.

The electroplating is a process that deposits and fills a metal into the part, from which the photosensitive layer of the above fine structure is removed, by electroplating and manufactures a fine metal structure by removing the photosensitive layer.

Then, the plastic molding is a process that injects a plastic, using the above fine metal structure as a mold.

Figures 1a-1d show a method for manufacturing an ultrasonic transducer array shape structure of a conventional method.

Figure 1a shows its first step of the LIGA process. First, a mask (110) is placed on a PMMA (polymethyl methacrylate) (120), X-rays are irradiated onto the PMMA (120), and the exposed part is removed, so that a plastic mold (130) as shown in Figure 1b is formed. At that time, the PMMA is a kind of plastic having a photosensitivity.

Then, as shown in Figure 1c, a prepared PZT slurry (140) is completely filled into the plastic mold (130), and the PZT slurry (140) is sintered. Then, the plastic mold (130) is removed by the heat in the sintering process, and the PZT slurry (140) is sintered, so that an ultrasonic transducer array shape structure (150) can be obtained by the PZT with a shape as shown in Figure 1d.

However, in the conventional method for manufacturing an ultrasonic transducer array by using the LIGA technique, a plastic mold is manufactured through a complicated X-ray photoetching process, and this plastic mold is consumed each time the PZT slurry is sintered. Also, the sintering process of the PZT slurry is very complicated, and the work time is long./3 (Technical problems to be solved by the invention)

The present invention solves these problems, and its purpose is to provide a method for manufacturing an ultrasonic transducer array shape structure that can rapidly, easily

manufacture an ultrasonic transducer array shape structure by using a LIGA technique.

(Constitution and operation of the invention)

In order to achieve the above purpose, the present invention provides a method for manufacturing an ultrasonic transducer array shape structure that can manufacture an ultrasonic transducer array shape structure by forming a metal mold by a developed PMMA plate and preparing a large amount of plastic molds by an injection method using the metal mold or can manufacture an ultrasonic transducer array shape structure by transferring the metal mold as it is to a PZT plate and sintering the PZT plate.

The method for manufacturing an ultrasonic transducer array shape structure of the present invention includes a step that exposes a photosensitive layer, a step that forms a photosensitive layer structure, a step that forms a metal mold, a step that presses the metal mold, and a step that sinters a PZT plate.

At the step that exposes the photosensitive layer, the photosensitive layer is formed on an electroconductive substrate, and the above-mentioned photosensitive layer is exposed by irradiating a light source onto the above-mentioned photosensitive layer through a mask.

At the step that forms the photosensitive layer structure, the photosensitive layer structure is formed by developing the exposed photosensitive layer until the upper surface of the electroconductive substrate is exposed.

At the step that forms the metal mold, the metal mold is formed by plating the photosensitive layer structure with a metal.

At the step that presses the metal mold, an ultrasonic transducer array pattern is formed on the above-mentioned PZT plate by pressing the metal mold against the PZT plate.

At the step that sinters the PZT plate, the PZT plate on which the ultrasonic transducer array pattern is formed is sintered at a fixed temperature.

At that time, it is characterized by the fact that ultraviolet rays are used as the light source being used at the step that exposes the photosensitive layer. Also, it is characterized by the fact that a PMMA plate is used as the photosensitive layer.

Then, a pretreatment step that removes photosensitive layer remnants in the developed part by using an O₂ plasma can also be further included.

Next, another method for manufacturing an ultrasonic transducer array shape structure of the present invention

includes a step that exposes a photosensitive layer, a step that forms a photosensitive layer structure, a step that forms a metal mold, a step that injects a plastic mold, a step that presses a PZT plate, and a step that sinters a PZT plate.

At the step that exposes the photosensitive layer, the photosensitive layer is formed on an electroconductive substrate, and the photosensitive layer is exposed by irradiating a light source onto the above-mentioned photosensitive layer through a mask.

At the step that forms the photosensitive layer structure, the photosensitive layer structure is formed by developing the above-mentioned exposed photosensitive layer until the upper surface of the electroconductive substrate is exposed.

At the step that forms the metal mold, the metal mold is formed by plating the photosensitive layer structure with a metal.

At the step that injects the plastic mold, the plastic mold is injected using the metal mold.

At the presses the PZT plate, an ultrasonic transducer array pattern is formed by pressing the plastic mold against the PZT plate.

At the step that sinters the PZT plate, the PZT plate on which the ultrasonic transducer array pattern is formed is sintered at a fixed temperature.

At that time, it is characterized by the fact that a laminator method that presses the plastic mold by heating the PZT plate at a fixed temperature or a CIP method that presses the plastic mold by a hydraulic pressure is used as the pressing method at the step that presses the PZT plate. /4

Next, a first application example of the present invention is explained in detail referring to the figures.

Figures 2a-2e sequentially show a method for manufacturing the ultrasonic transducer array shape structure of a first application example of the present invention.

As shown in Figures 2a-2e, the method for manufacturing an ultrasonic transducer array shape structure of the first application example of the present invention includes an X-ray exposure step, a photosensitive layer developing step, a metal mold formation step, a PZT plate pressing step, and a PZT sintering step. Using a metal mold, an ultrasonic transducer array shape is manufactured.

As shown in Figure 2a, at the X-ray exposure step, a buffer layer (220) is formed to improve the adhesive strength with an electroconductive substrate on an electroconductive substrate

(210), and a PMMA plate (230) as a photosensitive layer being reacted with X-rays is adhered at a thickness of 500-1,000 μm onto the buffer layer (220). At that time, the PMMA plate (230) is a kind of acryl plate with a photosensitivity. Then, X-rays are exposed to it through the mask (240) so that the X-ray energy may be sufficiently cumulated at about 4 kJ/cm^3 at the bottom of the PMMA plate (230). At that time, ultraviolet rays may be used instead of the X-rays.

Next, as shown in Figure 2b, at the photosensitive layer exposure step, the exposed PMMA plate (230) as a photosensitive layer is immersed into a developing solution and developed, so that a photosensitive layer structure is formed. At that time, the developing solution includes 2-ethanol, morpholine, and 2-aminotehanol, and distilled water at a fixed ratio. If the developing is completed, the exposed part is etched with the developing solution to the degree that the upper surface of the electroconductive substrate (210) is exposed, so that a photosensitive layer structure is formed.

At the metal mold formation step, PMMA remnants left in the etched part at the previous step are removed by an O_2 plasma, and the photosensitive structure is dipped for about 1 min into 10% sulfuric acid solution, drawn out, dried, and plated with a metal by electroplating. The plated metal is detached, so that

a metal mold (240) as shown in Figure 2c is formed. At that time, the metal being used is nickel or an alloy of nickel and copper.

Next, as shown in Figure 2d, at the PZT plate pressing step, a pattern opposite to that of the metal mold (240) is formed on a PZT plate (250) by pressing the metal mold (240) against the PZT plate (250). Through this process, the process for manufacturing an ultrasonic transducer array shape structure can be reduced.

As shown in Figure 2e, at the PZT sintering step, the strength of the PZT plate (250) is raised by sintering the PZT plate (250) on which a shape opposite to that of the metal mold (240) is formed at a fixed temperature. At that time, the sintering is advanced at 1,100-1,200°C. The PZT plate (250) sintered through this process becomes an ultrasonic transducer array shape structure.

Next, a second application example of the present invention is explained in detail referring to the figures.

As shown in Figures 3a-3f, the method for manufacturing the ultrasonic transducer array shape structure of the second application example of the present invention includes an X-ray exposure step, a photosensitive layer formation step, a metal mold formation step, a plastic mold formation step, a PZT plate

pressing step, and a PZT sintering step. Using a metal mold, a plastic mold is formed, and an ultrasonic transducer array shape is manufactured using the plastic mold.

As shown in Figure 3a, at the X-ray exposure step, a buffer layer (220) is formed to improve the adhesive strength with an electroconductive substrate on an electroconductive substrate (210), and a PMMA plate (230) as a photosensitive layer being reacted with X-rays is adhered at a thickness of 500-1,000 μm onto it. Then, X-rays are exposed to it through the mask (240) so that the X-ray energy may be sufficiently cumulated at about 4 kJ/cm^3 at the bottom of the PMMA plate (230). At that time, ultraviolet rays may be used instead of the X-rays.

Next, as shown in Figure 3b, at the photosensitive layer exposure step, the exposed PMMA plate (220)[sic; (230)] as a photosensitive layer is immersed into a developing solution and developed, so that a photosensitive layer structure is formed. At that time, the developing solution includes 2-ethanol, morpholine, and 2-aminotehanol, and distilled water at a fixed ratio. If the developing is completed, the exposed part is etched with the developing solution to the degree that the upper surface of the electroconductive substrate (210) is exposed, so that a photosensitive layer structure is formed.

At the metal mold formation step, PMMA remnants left in the etched part at the previous step are removed by an O₂ plasma, and the photosensitive structure is dipped for about 1 min into 10% sulfuric acid solution, drawn out, dried, and plated with a metal by electroplating. The plated metal is detached, so that a metal mold (240) as shown in Figure 3c is formed. At that time, the metal being used is nickel or an alloy of nickel and copper.

As shown in Figure 3d, at the plastic mold formation /5 step, a plastic mold (310) with a shape opposite to that of the metal mold (240) is injected using the metal mold (240) formed at the previous step. In this manner, the plastic mold (310) for manufacturing an ultrasonic transducer array shape can be mass-produced using the metal mold (240).

As shown in Figure 3e, at the PZT plate pressing step, an ultrasonic transducer array pattern with a shape opposite to that of the plastic mold (310) is prepared by pressing the plastic mold (310) against a PZT plate (250) which is still not completely hardened. At that time, as the pressing method, a laminator that presses the PZT plate (250) by heating at 60-70°C or a CIP method (cold isostatic press) that presses the plate by a hydraulic pressure is used.

As shown in Figure 3f, at the PZT sintering step, the pressed PZT plate (250) and the plastic injected product (310) are not separated but are simultaneously sintered at a prescribed temperature. In the sintering process, the plastic injected product (310) is eliminated, and only the PZT sintered body with an ultrasonic transducer array pattern is left. This PZT sintered body becomes an ultrasonic transducer array shape structure. At that time, the sintering is advanced at 1,100-1,200°C.

The application example of the present invention explained above is only one application example, and the present invention is not limited to the above-mentioned example. Also, needless to say, the above-mentioned application example can be changed or modified.

For example, a surface treatment process for reinforcing the surface of the metal mold can also be further included. In other words, the surface can be plated with Ni-P, Ni-B, W, etc., or coated with W, TiN, etc., through a CVD.

Also, at the developing step, the developing can be more perfectly carried out by applying an acoustic wave.

(Effects of the invention)

As explained above, in the method for manufacturing an ultrasonic transducer array shape structure of the present

invention, not only the plastic molds can be mass-produced using a metal mold, but the metal mold instead of a PZT slurry is pressed as it is against the PZT plate, so that the time required for drying the PZT slurry and the complexity of the processes can be solved.

4. Claims

1. A method for manufacturing an ultrasonic transducer array shape structure, characterized by including a step that forms a photosensitive layer on an electroconductive substrate and exposes the above-mentioned photosensitive layer by irradiating a light source onto the above-mentioned photosensitive layer through a mask; a step that forms a photosensitive layer structure by developing the above-mentioned exposed photosensitive layer until the upper surface of the above-mentioned electroconductive substrate is exposed; a step that forms a metal mold by plating the above-mentioned photosensitive layer structure with a metal; a step that forms an ultrasonic transducer array pattern on the above-mentioned PZT plate by pressing the above-mentioned metal mold against the PZT plate; and a PZT plate sintering step that sinters the above-mentioned PZT plate on which the above-mentioned

ultrasonic transducer array pattern has been formed at a fixed temperature.

2. The method for manufacturing an ultrasonic transducer array shape structure of Claim 1, characterized by the fact that X-rays or ultraviolet rays are used as the light source being used at the step that exposes the above-mentioned photosensitive layer.

3. The method for manufacturing an ultrasonic transducer array shape structure of Claim 1, characterized by the fact that a PMMA plate is used as the above-mentioned photosensitive layer.

4. The method for manufacturing an ultrasonic transducer array shape structure of Claim 1, characterized by the fact that a pretreatment step that removes photosensitive layer remnants in the above-mentioned developed part by using an O₂ plasma is further included.

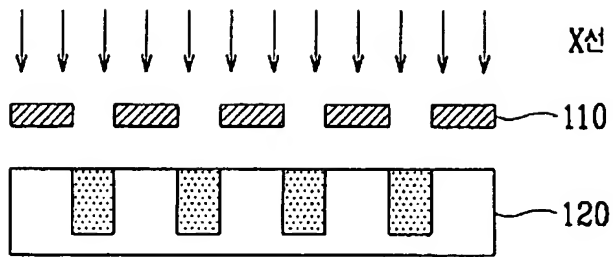
5. A method for manufacturing an ultrasonic transducer array shape structure, characterized by including a step that forms a photosensitive layer on an electroconductive substrate and exposes the above-mentioned photosensitive layer by irradiating a light source onto the above-mentioned photosensitive layer through a mask; a step that forms a photosensitive layer structure by developing the above-mentioned

exposed photosensitive layer until the upper surface of the above-mentioned electroconductive substrate is exposed; a step that forms a metal mold by plating the above-mentioned photosensitive layer structure with a metal; a step that injects a plastic mold by using the above-mentioned metal mold; a PZT plate pressing step that forms an ultrasonic transducer array pattern by pressing the above-mentioned plastic mold against the PZT plate; and a PZT plate sintering step that sinters the above-mentioned PZT plate on which the above-mentioned ultrasonic transducer array pattern has been formed at a fixed temperature after the plastic mold is pressed.

6. The method for manufacturing an ultrasonic transducer array shape structure of Claim 5, characterized by the fact that a laminator method that presses the above-mentioned PZT plate by heating it at a fixed temperature or a CIP method that presses the plate by a hydraulic pressure is used as the above-mentioned PZT plate pressing step.

도면

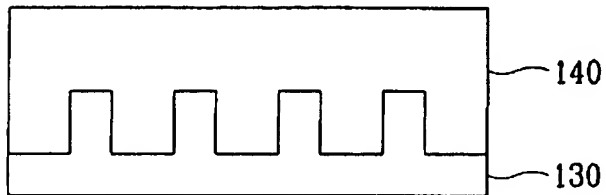
도면1a



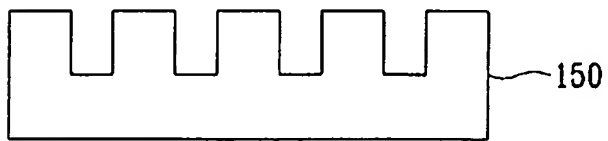
도면1b



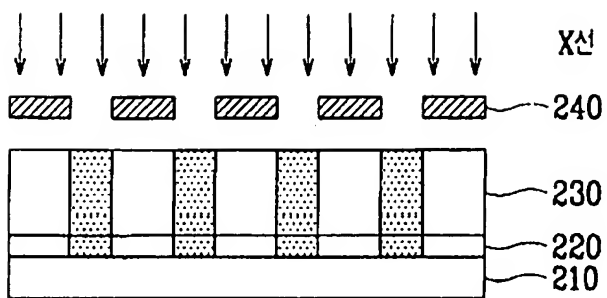
도면1c



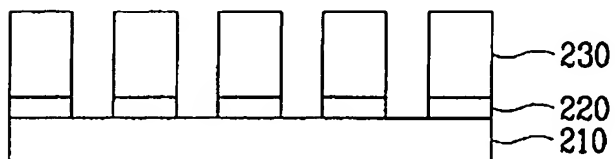
도면1d



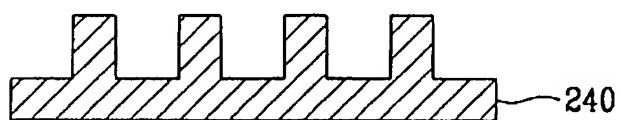
도면2a



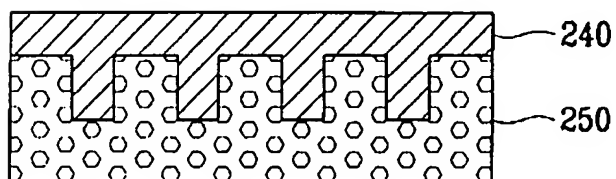
도면2b



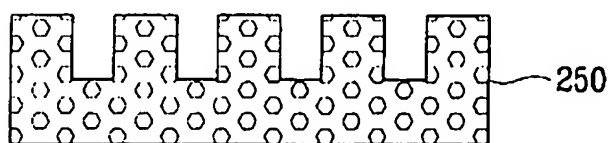
도면2c



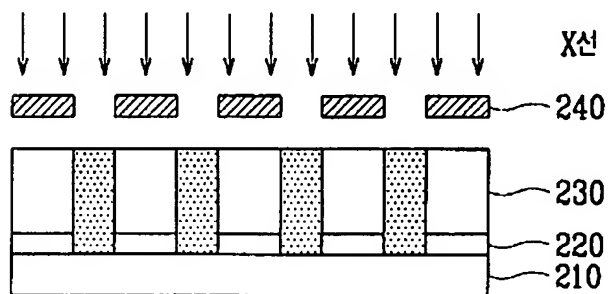
도면2d



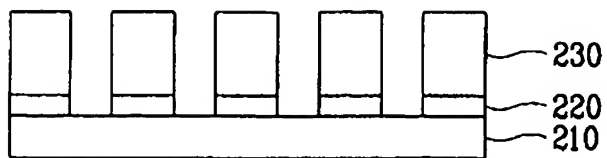
도면2e



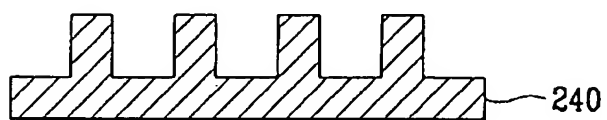
도면3a



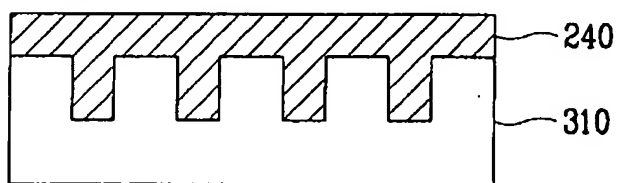
도면3b



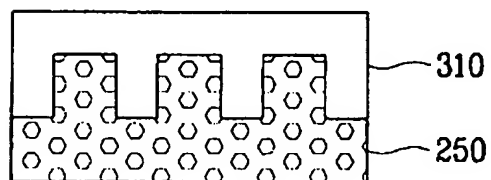
도면3c



도면3d



도면3e



도면3f

Figure 1a:

1. X-rays

Figure 2a:

1. X-rays

Figure 3a:

1. X-rays